

LA ERA DE LA NANOTECNOLOGIA

Me entró una tierrita

Daniel PAZ

La irrupción de cada nueva tecnología produjo, históricamente, apologías y rechazos, dudas y miedos; en este caso, la irrupción de las minúsculas nanopartículas en el mundo cotidiano suscita las dudas de algunos, como se verá.

La era...

POR PABLO CAPANNA

Durante los últimos 12 mil años, cada vez que los campesinos levantaban sus cosechas no se olvidaban de guardar parte de las semillas, para sembrarlas al año siguiente. Esto fue así hasta hace dos o tres décadas.

El primero en desaparecer fue el arado, ese que tantas metáforas del progreso y de la educación había inspirado: la siembra directa lo declaró tan obsoleto como esa hoz que ya habían reemplazado las cosechadoras. Luego, también desapareció ese sembrador que había inspirado a tantos, desde una parábola evangélica hasta decenas de cuadros de todos los tiempos.

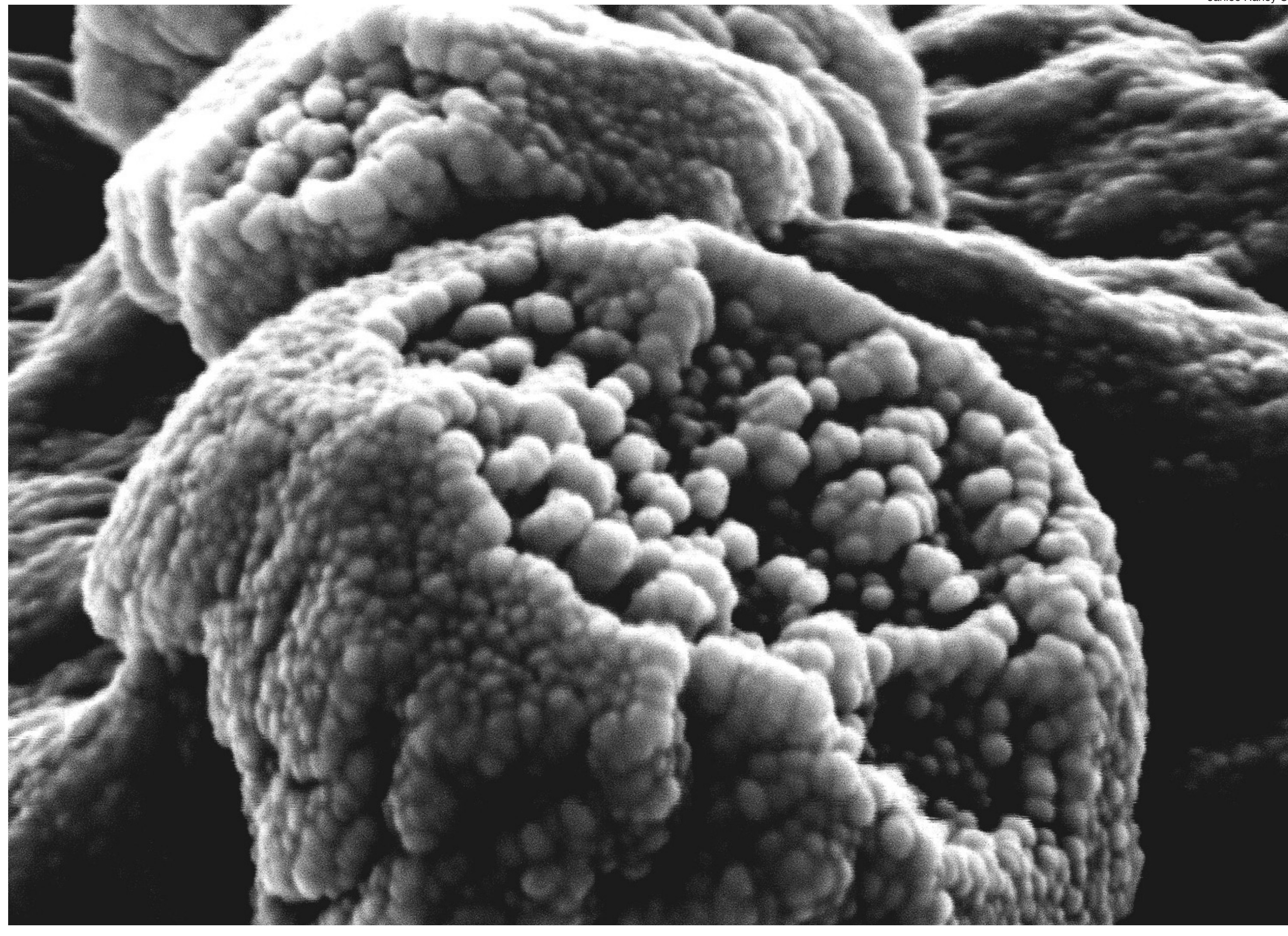
Más aún; guardar semillas llegó a estar prohibido, para que todos los años los agricultores se vieran obligados a comprárselas a ese mismo proveedor transnacional que también distribuye los insumos químicos sin los cuales las semillas no fructificarían. La agricultura se ha ido convirtiendo en una industria y una de las consecuencias que estamos pagando es el monocultivo.

Patentar las semillas como si fueran nada más que un software biológico parecía absurdo hace apenas unos treinta años, pero fue entonces cuando por primera vez se patentó una célula modificada por ingeniería genética. Más descabellada parecía la idea de patentar un elemento de la tabla periódica, hasta que el Premio Nobel Glenn Seaborg registró a su nombre el *americio* y el *curio*, entre otros elementos que había descubierto. La cuestión se desplaza al terreno jurídico cuando se trata de patentar nuevos materiales “de diseño”, desconocidos en la naturaleza, pero con gran demanda en la industria.

Tal es el caso de los *fulerenos*, que deben su nombre a Buckminster Fuller porque su estructura molecular recuerda la de las cúpulas geodésicas. Los fulerenos vienen en dos variedades: las *buckyballs* y los *nanotubos*. Las primeras no se pueden patentar, porque aunque sean muy raras existen en la naturaleza, de manera que son un *descubrimiento*, pero los segundos sí porque hasta ahora no se los ha encontrado fuera de los laboratorios. Sin embargo, en ambos casos lo que puede ser patentado es el procedimiento con el cual se los produce, y de este modo pasan a ser un *invento*.

Desde hace décadas, la tecnología ha consolidado una sostenida tendencia a la miniaturización. Transistores, semiconductores, microchips y transgénicos están en esta línea, que ahora culmina con la nanotecnología, que manipula la materia a nivel atómico y molecular. Las nanotecnologías prometen, entre otras cosas, acabar con el cultivo de la tierra para hacer una “agricultura” puramente industrial.

Janice Haney Carr



LA PRODUCCION DE NANOPARTICULAS ES UNA INDUSTRIA QUE CONVERGE CON LA INGENIERIA GENETICA Y OTRAS TECNOLOGIAS DE PUNTA.

ESFERAS Y CILINDROS

La producción de nanopartículas es hoy una industria en pleno desarrollo, que viene a convergir con la ingeniería genética y otras tecnologías de punta. Para tener una idea de la escala en que se mueve, digamos que 900 millones de nanopartículas caben en la punta de un alfiler; muchas más que los famosos ángeles. En este nivel, todo se mide en nanómetros (nm), el espacio que cubren diez átomos de hidrógeno puestos en fila.

Por debajo del nivel de los 50 nm la mecánica cuántica comienza a imponerse sobre la física clásica, de manera que los materiales presentan nuevas propiedades. El oro común es amarillo, pero las moléculas de nano-oro son rojas. El carbonato de calcio, que es blando en la tiza, se vuelve durísimo en la madreperla, simplemente porque sus moléculas están organizadas a nivel “nano”.

El diamante, que es carbono cristalino, no conduce la electricidad, pero los nanotubos de carbono resultan ser mucho mejores conductores que el cobre. Un catalizador compuesto de nanopartículas es cien veces más activo que uno común.

Hoy ya conocemos tres formas cristalinas del carbono, porque al diamante y el grafito han venido a agregarse los fulerenos. La forma más usual de producir fulerenos consiste en calentar un bloque de grafito con un catalizador metálico, mediante un rayo láser. A cierta temperatura, los átomos comienzan a organizarse de otra manera.

Pueden tomar el aspecto de una pelota de fútbol, con 60 átomos formando pentágonos o hexágonos (las *buckyballs*) o bien tubos con la misma estructura hexagonal, cuyo aspecto recuerda al de un rollo de alambre de gallinero: estos son los *nanotubos*. Los nanotubos fueron “descubiertos” en 1991 por Iijim Sumio, un investigador de NEC. Son 100 veces más fuertes que el acero y 6 veces más livianos.

En diez años más reemplazarán a la silicona de los microcomponentes; los tendremos en los televisores y quizás hasta en los senos de las modelos. En 1999 costaban 600 dólares el gramo, pero dos años después habían bajado a 30. Ya constituyen un negocio multimillonario.

¿PARA QUE SIRVEN?

Las aplicaciones (tanto presentes como del futuro inmediato) que tienen las nanopartículas abarcan un amplísimo espectro, que va desde raquetas, palos de golf y hojas de afeitar hasta los aditivos que se incorporan a alimentos, la cosmética y la indumentaria.

Los fulerenos permitirán hacer telas “inteligentes” capaces de repeler las manchas y regular la absorción del calor. Ya se incorporan a las cremas antiarrugas y a los alimentos de cero calorías o “de larga vida”. Prometen darnos lentes que no se rayan, prendas antiinfecciosas para heridos y quemados y hasta colchones capaces de rechazar el polvo y los efluentes corporales.

Con estas tecnologías podemos llegar a tener edificios que no necesiten pintura, que sean capaces de “respirar” y dejar circular el aire, con revestimientos que repelan los graffiti y ventanas autolimpiantes. Incorporando nanopartículas a la tela se puede hacer ropa que cambie de color según el ambiente y bebidas “programables” que cambian de gusto y de color según el tiempo que los dejemos en el microondas.

Lamentablemente no hay ninguna tecnología que nos garantice que en las condiciones actuales disminuya el delito o la beligerancia. Estas siguen siendo cuestiones políticas, un tema en el cual no hemos avanzado todo lo que era de desear. Lo que sí resulta más fácil con las nanopartículas es blindar vehículos, hacer chalecos antibalas livianos y uniformes camaleónicos que vuelvan “invisible” al soldado.

Gracias a la nanotecnología, los nostálgicos de Bush están diseñando para sus tropas de choque unos “exoesqueletos” como los de los insectos, que sean a prueba de balas y les permitan dar golpes tan contundentes como los de un superhéroe. Como nadie ha dejado de pensar en guerras bacteriológicas, se planean desarrollar corazas capaces de repeler agentes patógenos o con sensores miniaturizados que permitan detectar agentes biológicos, químicos o explosivos. Todo eso, para seguir fracasando después de que fracasaran la política y la diplomacia, como hemos visto que ocurre.

Las nanopartículas ya están entre nosotros, y para eludir su presencia habría que dejar de tomar leche, que las contiene en forma de caseína. Pero ya estamos pasando de la producción de partículas a la nanofabricación, desde que estamos en condiciones de ensamblar moléculas. En el futuro podremos llegar a la nanobiónica, capaz de introducir “máquinas” microscópicas en el cuerpo humano.

Antes de que la crisis arrojara su sombra sobre todas las predicciones, se anticipaba que para el 2010 el negocio llegaría a mover 500.000 millones de dólares anuales. En todo el mundo ya hay unas 150 empresas dedicadas a producir nanopartículas, como las norteamericanas Zyvex, Argonide o Carbon Nanotechnologies, la japonesa Mitsubishi, la alemana Nano-X o la israelí Nanolayers.

Antes de dejar el poder, Clinton fundó la Iniciativa Nacional de Nanotecnología, a la cual le auguró un futuro comparable al de la NASA. Actualmente, Suiza es el país que más invierte en la investigación de este campo, pero también están China, Corea del Sur, India, México y Brasil.

PROMESAS Y PELIGROS

El ETC Group de Winnipeg (Canadá), una ONG ambientalista y pro derechos humanos, ha hecho un informe bastante crítico sobre la expansión de estas nuevas tecnologías. Sabemos que para poder apreciar los efectos de una tecnología hay que esperar por lo menos una generación, pero el hecho es que hasta ahora no sabemos prácticamente nada sobre los efectos que puede tener la potencial acumulación de nanopartículas en el cuerpo humano y en el ambiente.

Mucho menos podemos imaginar qué ocurrirá cuando los organismos genéticamente modificados se encuentren con la materia atómicamente modificada. Lo que sabemos con certeza es que la incorporación de los plásticos no degradables fue una verdadera catástrofe ambiental, y sólo recientemente hemos podido apreciar el daño que fue capaz de hacer el asbesto en la construcción y la industria, provocando graves enfermedades respiratorias. ¿Serán las nanopartículas un nuevo asbesto?

Tampoco podemos avalar las promesas que hacen los entusiastas apologistas de la nueva tecnología, cuyo discurso como siempre promete que los pobres serán sus principales beneficiarios. Con bastante sentido común, los investigadores canadienses concluyen que todas las revoluciones industriales comenzaron por dejar fuera de juego a gremios enteros, y en este caso la nanoindustria requerirá escasa mano de obra, si bien altamente calificada.

Los nuevos productos serán costosos, por lo menos al principio, y los pobres serán los primeros en perder en cuanto a alimentación, salud y empleo. No tenemos razones para creer que protegen al ambiente. Lo más seguro es que aumenten la dependencia tecnológica. Quien haga estos juicios precautorios corre el riesgo de ser rotulado de “luddita que se opone al progreso”, pero nadie cuestiona a las poderosas elites que orientan la investigación con fines obviamente lucrativos, y una gran capacidad de penetración en la opinión pública.

¿Quién controla la confiabilidad y la expansión de las nuevas tecnologías? A comienzo de los años ’90, en plena ola neoliberal, las Naciones Unidas no sólo perdieron poder político sino que renunciaron a la facultad de monitoreo que ejercían por medio de su Centro para las Corporaciones Transnacionales y el Centro para la Ciencia y la Tecnología.

Estudios realizados en las universidades de Varsovia y Montpellier en 2001 indicaban que las nanopartículas eran absolutamente inocuas, al punto que el sistema inmune ni siquiera reaccionaba contra ellas. Las primeras luces amarillas se encendieron en 2002, cuando los investigadores encontraron nanopartículas acumuladas en el hígado de animales y más tarde hasta en las bacterias.

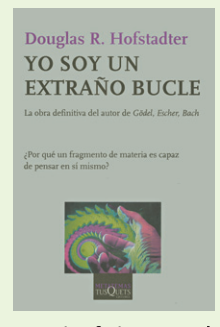
Si han logrado incorporarse a las bacterias, podrán entrar en la cadena alimentaria, y nadie puede imaginar cuáles serán las consecuencias de asociar sustancias que no existían en la naturaleza al metabolismo de un organismo viviente.

La Argentina cuenta con grupos de estudio que se ocupan del tema en el Instituto Balseiro y la Universidad de Buenos Aires, y acaba de firmar un convenio con Brasil, para integrarse a los proyectos de nuestro poderoso vecino del Mercosur.

Para la opinión pública, la palabra “Nano” todavía sigue evocando apenas un teleteatro con delfines. Los grandes referentes nacionales, como Susana Giménez, Roberto Piazza o Cacho Castaña, todavía no se han expedido al respecto, pero no pasará mucho sin que alguien requiera su opinión.

LIBROS Y PUBLICACIONES

YO SOY UN EXTRAÑO BUCLE
¿Por qué un fragmento de materia es capaz de pensar en sí mismo?
Douglas R. Hofstadter
Tusquets Metatemas
511 páginas



Hofstadter dio a conocer su libro *Gödel, Escher, Bach, un eterno y grácil bucle* (que tuvo un inesperado éxito de ventas), donde abordaba cierto paralelismo entre las obras de los tres –¿cómo llamarlos?, ¿genios?, bueno, sí– genios que figuran en el título: el famoso teorema de Gödel sobre la indecidibilidad de la aritmética, las obras de Escher y la Ofrenda Musical de Juan Sebastián Bach. Era (y sigue siendo) un libro difícil o, mejor dicho, complejo, que requiere estudio además de lectura, y que difícilmente es comprendido (como dice el mismo autor en su intención profunda).

Justamente esta incomprensión y la queja arriba mencionada son las que aparecen en la misma introducción de *Yo soy un extraño bucle*, que ahora comentamos. Y en esa misma introducción, justamente, anuncia que este libro está inspirado por la intención "de ser mejor comprendido".

Yo soy un extraño bucle no tiene el aliento profundo de *GEB*, ni provoca la sorpresa permanente que se experimente en aquél. Es un libro minucioso, en el que Hofstadter se esmera en que nada quede sin explicación, que ningún hilo quede suelto (lo cual por momentos lo hace un poco tedioso) y en demostrar su tesis principal (la que, según él, subyacía a *GEB*), a saber: el "yo" es resultado de un bucle extraño, que define como un sistema de doble autorreferencia, a la manera en que aparecen las recursividades en el teorema de Gödel.

¿Lo consigue? Sí y no: muchos de sus argumentos son convincentes, otros no tanto; el misterio del "yo" queda pendiente cuando se termina de leer, aunque se acepte (cosas que algunos harán y otros no) su construcción matemática del estado consciente.

Al revés de lo que anuncia el autor, *Yo soy un extraño bucle* no resulta más claro y terminante que *GEB*; más bien queda como un intento, o una aclaración sobre aquél; o mejor dicho como una introducción a su obra mayor y magnífica.

LEONARDO MOLEDO

AGENDA CIENTIFICA

CURSOS EN EL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

La Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata comunica la apertura de dos cursos de extensión: el curso "Cerámica con Técnicas Aborígenes. La Cerámica: Testigo de culturas milenarias" inicia sus clases el 6 de agosto e incluye una visita a la sala de arqueología del museo y una salida de campo a La Balandra para hacer reconocimiento de arcilla y realizar esculturas en la playa, y el 10 de agosto comenzará el curso "*Rijch'arimusunchis* (despertémonos). Idioma, cosmovisión y sentidos de la lengua *Runaq simin* (Quechua)". Para más información, pueden comunicarse de lunes a viernes, entre las 9 y las 15, 4258252/4228451, int. 15. Email: secext@museo.fcnym.unlp.edu.

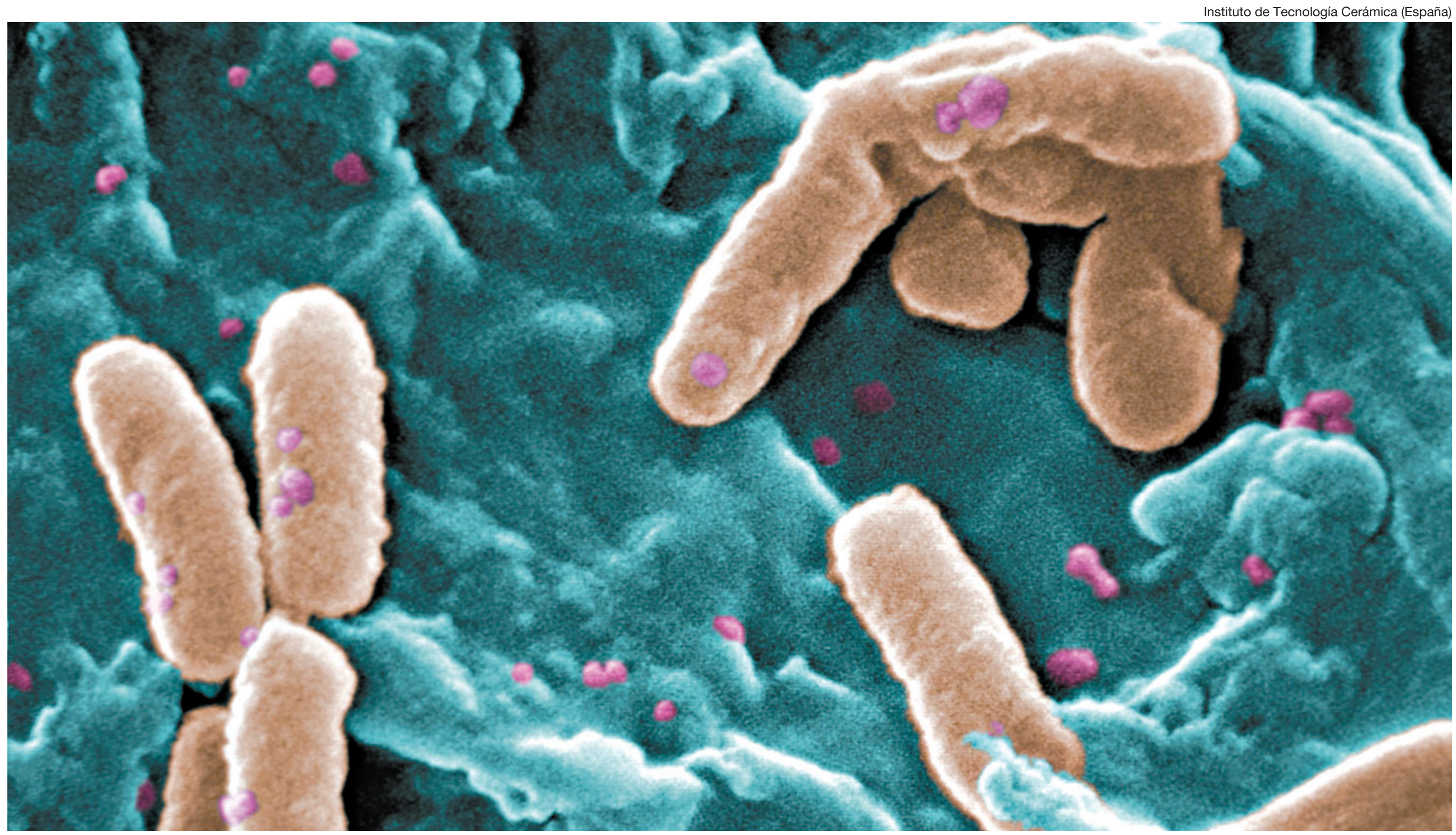
futuro@pagina12.com.ar

EL APRETADO Y PROXIMO MUNDO DE LA BIOLOGIA SINTETICA

A la caza de microfábricas

La elemental pretensión humana de ser la especie dominante en el planeta es, naturalmente, una ilusión antropocéntrica que se esfuma como lo hicieron tantas otras: las bacterias, que pululan por todas partes, lo superan ampliamente. Pero también sugieren la intención de utilizarlas y hacerlas trabajar "a medida". De tales cosas se ocupa la "biología sintética".

Instituto de Tecnología Cerámica (España)



LAS BACTERIAS PSEUDOMONAS CONVIERTEN EL POLIETILENTEREFTALATO, MATERIAL CON EL QUE SE FABRICAN LAS BOTELLAS DE PLASTICO, EN POLIHIDROXIALCANOATOS.

POR ESTEBAN MAGNANI Y LUIS MAGNANI

Es un prejuicio común (al menos entre los seres humanos) que el hombre es la especie dominante del planeta. Pero quien esté dispuesto a rascar un poco la superficie puede encontrar poca evidencia para sostener semejante idea. Alcanzaría con analizar un solo grano de polvo para descubrir en él tantas bacterias como personas viven en la Argentina.

La velocidad de reproducción de estos seres unicelulares los hace aumentar su número exponencialmente: en 10 minutos, una colonia de bacterias puede duplicarse por medio de la división celular. El único límite a su crecimiento es el medio en el que viven. Semejante velocidad y variedad permiten a la evolución encontrar un casi infinito campo de prueba y error gracias al cual las bacterias han podido conquistar prácticamente cada rincón del planeta, aunque le duela al ego humano. Como no podía ser de otra manera, los científicos han decidido aprovechar tan tremenda capacidad de diversas maneras.

CONVERSION DE PLASTICO

Es sabido que las botellas de plástico constituyen un verdadero problema en el momento de descartarlas sin contaminar el ambiente. El Polietilentereftalato (PET), con el que están fabricadas, es un hueso duro de roer, es decir, de descomponer en elementos simples. A partir del razonamiento de que la selección natural probablemente hará, algún día, que un ser vivo aproveche la enorme cantidad de plástico que el hombre ha sacado del interior de la Tierra, a algunos investigadores se les ocurrió salir a apurar los tiempos.

Así fue como Kevin O'Connor y su equipo del University College de Dublín se lanzaron a la caza de una bacteria que hubiera desarrollado al menos parcialmente la capacidad de digerir botellas plásticas. Y cerca de una planta de procesamiento de botellas descubrieron las bacterias Pseudomonas, que disfrutan atragantándose con el PET y lo convierten, en un 24 por ciento, en otro tipo de plástico llamado Polihidroxialcanoatos (PHA).

La ilusión es que la manipulación y selección forzada de estas bacterias en el laboratorio reduzca los tiempos evolutivos para conseguir una eficiencia aún mayor. Amén de la disminución del tamaño de los basureros del mundo, la ventaja está en que el PHA es un plástico valioso, biodegradable, que sirve, por ejemplo, para hacer los *stents*, tubos muy pequeños que se introducen en las arterias para evitar que colapsen. El uso del PHA no está más difundido por las dificultades que se presentan para fabricarlo en mayor cantidad.

Ahora, O'Connor apunta a cerrar mejor el círculo: puesto que el PET calentado en ausencia de oxígeno se convierte en ácido tereftálico (TA, según su sigla en inglés), aceite y gas, y algunas bacterias se pueden alimentar del primero, lo ideal es conseguir bacterias que, además, lo conviertan en PHA. Su pesquisa lo llevó a analizar "cultivos" a lo ancho del mundo, en la suciedad de las plantas de procesamiento de botellas de PET.

Así fue como encontró 32 colonias que sobrevivieron en el laboratorio alimentándose nada más que de TA. Después de 48 horas de observación, detectaron que 3 de los cultivos acumulaban cierta cantidad del valioso PHA con mejores rendimientos que las Pseudomonas. El próximo paso es mejorar la eficiencia: por ahora se consigue entre un 25 y un 30 por ciento; el objetivo es llegar a un 50 o 60 por ciento. Si se quiere dimensionar la importancia potencial del descubrimiento, basta con tener en cuenta que en EE.UU., en 2006, del PET sólo se recicló el 23,5 por ciento. O'Connor lo justifica diciendo que ese reciclado entrega, después del paso final, un PET de tan escaso valor como el que entra al proceso. Para colmo, en tiempos como el actual, en el que el precio del petróleo del que se hace el plástico se desmorona, el costo del reciclado puede llegar a ser superior a su rentabilidad.

EL COMBUSTIBLE DEL FUTURO Y LA BIOLOGIA SINTETICA

Otro campo posible de aprovechamiento de las bacterias es el apremiante campo de la energía. En su búsqueda de un combustible económico y "limpio", la comunidad científica ha cifrado buena parte de sus esperanzas en el hidrógeno, lo que pese a las insistentes promesas ha resultado sumamente esquivo.

Este elemento, el que más abunda en el Universo, es renovable y no contamina. Por estas razones se lo considera desde hace largo tiempo el combustible de un futuro que, hay que decirlo, por ahora no llega debido al alto costo de producción en grandes cantidades.

Una vez más, unidas a este objetivo, las bacterias *ad hoc* se hacen ver en el panorama. Equipos de científicos de las dos universidades populares de Valencia y centros científicos de Francia, Suecia, Portugal y Reino Unido se han propuesto "programar" una bacteria para que, al ser iluminada, produzca hidrógeno en forma eficiente. En este ámbito, físicos, informáticos, biólogos y matemáticos trabajan en equipo.

Pedro Fernández de Córdoba, responsable del equipo español, explica que la rama de la ciencia que se ocupa de estas cuestiones "es la biología sintética, una ciencia emergente que combina los métodos de la ingeniería con los de la biología para crear circuitos metabólicos, es decir, cadenas de ADN".

Estos circuitos se introducen en microorganismos unicelulares, como las bacterias, que se transforman en una especie de robots biológicos destinados a desempeñar tareas fijas. En este caso, las bacterias fotosintéticas conformarían una especie de microfábricas que asumirían la tarea de generar hidrógeno.

En el Reino Unido, los investigadores ya han puesto en marcha un reloj alimentado por pilas de hidrógeno. Las pilas funcionan en dos etapas: primero, el hidrógeno es separado en electrones y protones, y luego se lo combina con oxígeno para producir agua. Las reacciones se dan en electrodos separados que fuerzan a los electrones a viajar entre ellos, lo que genera la electricidad.

El desperdicio es, simplemente, agua. El problema radica en el costo de los electrodos, que son de un material tan caro como el platino. Para catalizar las reacciones químicas, los investigadores británicos descartaron el platino y recubrieron cada electrodo con enzimas, uno con la proveniente de bacterias y el otro con la originada en hongos.

BACTERIAS DEL MUNDO, UNIOS

En su permanente búsqueda para aprovechar los recursos existentes, el hombre está pensando en la especie más exitosa. En este caso está claro que es en la unión de estos trillones de microorganismos donde reside su fuerza. Sólo queda desear que nunca se rebelen contra su amo.